ERNESTO MANASSE

CLORITOIDE (OTTRELITE) DELLE ALPI APUANE

PISA

STAB. TIPOGRAFICO SUCC. FF. NISTRI

1910

ERNESTO MANASSE

CLORITOIDE (OTTRELITE) DELLE ALPI APUANE

PISA

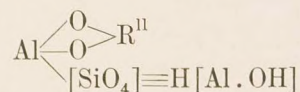
STAB. TIPOGRAFICO SUCC. FF. NISTRI

—

1910

Gli studi di TSCHERMAK e SIPÖCZ [1]), di LACROIX [2]), di A. D'ACHIARDI [3]), e di altri valenti mineralogisti ancora, già da gran tempo misero in luce che nessuna differenza esiste, per ciò che riguarda i caratteri ottici, fra ottrelite e cloritoide. Ciò nonostante si fanno tuttora di tali minerali due specie distinte, in base ai resultati diversi che hanno dato le analisi chimiche loro, assegnando al cloritoide la formula $H_2 \overset{II}{R} \overset{III}{R_2} Si O_7$, all'ottrelite l'altra $H_2 \overset{II}{R} \overset{III}{R_2} Si_2 O_9$.

Come è ben noto la diversità chimica consiste, in modo precipuo, nella quantità notevolmente maggiore di silice presentata dalle ottreliti analizzate fino ad oggi ($Si O_2 = 40\text{-}44\ ^0/_0$ circa), rispetto a quella ritrovata nei cloritoidi ($Si O_2 = 23\text{-}27\ ^0/_0$ circa); tanto che, per alcune varietà di ottrelite più ricche in silice, si ammise anche la formula $H_2 \overset{II}{R} \overset{III}{R_2} Si_3 O_{11}$ facendola derivare dalla formula strutturale del cloritoide, di ortosilicato basico ed acido insieme, proposta dal CLARKE [4])

$$Al \begin{cases} O \\ O \end{cases} > \overset{II}{R} \quad \diagdown [SiO_4] \equiv H [Al . OH]$$

sostituendo in questa al gruppo $[Si O_4]$ l'altro $[Si_3 O_8]$, tetravalente esso pure, in modo da avere il trisilicato basico ed acido corrispondente

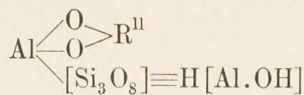
---

[1]) *Die Clintonitgruppe.* Groth's Zeitschr. für Krystall. und Miner. III, 5 e 6, pag. 509. Leipzig 1879.

[2]) *Propriétés optiques du chloritoide: son identité avec la sismondine, masonite, ottrélite, vénasquite et phyllite.* Bull. Soc. Franç. de Mineralogie. Tome IX^{me}, pag. 42. Paris 1886.

[3]) *Rocce ottrelitiche delle Alpi Apuane.* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Memorie, vol. VIII, pag. 432. Pisa 1887.

[4]) Am. Journ. of Science, Vol. XXXVIII, pag. 392. New-Haven 1889.

$$Al\begin{cases} <^{O}_{O}> R^{II} \\ [Si_3O_8] \equiv H[Al.OH] \end{cases}$$

Ma se si pone mente che le analisi delle ottreliti note a tutt' oggi furono eseguite sopra materiale impuro, principalmente di quarzo inclusovi (particolarità questa già conosciuta da molto tempo dai mineralogisti), sorge naturalissima l'idea che i resultati analitici quantitativi di ottreliti pure debbano coincidere con quelli offertici dal cloritoide.

Nella speranza di potere confermare per via sperimentale tale supposizione ho intrapreso l'esame dell'ottrelite apuana, della quale, non trascurando le proprietà ottiche (già fatte note del resto fino dal 1887 da una pregevolissima pubblicazione del mio compianto maestro, il prof. A. D'Achiardi, [1]), mi sono in special modo fermato sopra i caratteri chimici.

I risultati ottenuti hanno dimostrato, come vedremo nel corso di questa breve nota, la perfetta identità dell' ottrelite apuana col tipico cloritoide, non solo rispetto ai caratteri ottici (cosa questa, ripeto, già nota per gli studi di A. D'Achiardi), ma anche per quel che riguarda la composizione chimica quantitativa.

Tale identità viene del resto in conferma di quanto io avevo in precedenza supposto, studiando sotto l'aspetto morfologico, ottico e chimico, un minerale ritrovato in uno scisto sericitico del Canale di Murlo, presso Strettoia, nelle Alpi Apuane [2]). Il minerale in parola, che per l'innanzi era stato considerato dubbiosamente come staurolite, avendo palesato all'analisi la seguente composizione:

Perdita per arrov.°	6, 31
SiO_2	25, 70
Al_2O_3	36, 95
Fe_2O_3 / FeO [3])	23, 44
MgO	6, 12
TiO_2	0, 59
	99, 11

[1]) Mem. cit.

[2]) *Contribuzioni alla Mineralogia della Toscana.* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Proc. Verb., vol. XV, n. 2, pag. 26, Pisa 1906.

[3]) In questa analisi gli ossidi di ferro furono calcolati totalmente a FeO che, senza dubbio, prevale, e di molto, sopra Fe^2O^3.

fu da me riferito al cloritoide. Onde, fino da allora, mi ero proposto d'indagare se la composizione chimica di esso minerale corrispondesse a quella della così detta ottrelite, tanto diffusa nelle Alpi Apuane, e le cui condizioni di giacitura sono identiche a quelle del minerale già studiato.

Le rocce apuane che contengono l'ottrelite, come sarà detto più ampiamente in seguito, sono costituite da sericite, quarzo, rutilo, tormalina, clorite, epidoto, ecc., e ci rappresentano antichi sedimenti fortemente metamorfosati. In alcune di tali rocce ottrelitiche prevale la sericite sul quarzo; esse hanno allora carattere di filladi, e rassomigliano grandemente agli scisti ottrelitici di Ottréz nelle Ardenne, descritti da A. RENARD e CH. DE LA VALLÈE - POUSSIN. [1]) Talvolta però, nei casi ove il metamorfismo si esplicò più intenso, assumono quasi l'apparenza di micascisti. In altre varietà è il quarzo che predomina sulla mica, e queste si ravvicinano a scisti quarzitici a sericite. Più raramente l'ottrelite fa parte di una breccia marmorea, una delle varietà del così detto *mischio apuano*, i cui frammenti di marmo, variamente colorati e con aspetto ceroide e saccaroide, sono cementati dallo scisto fillitico-ottrelitico.

Le rocce ottrelitiche delle Alpi Apuane trovansi superiormente ed inferiormente alla grande formazione marmorea del trias superiore, la quale, come risulta dagli studi geologici dello ZACCAGNA [2]), giace immediatamente al di sopra di quegli speciali calcari dolomitici, duri, di colore biancastro, grigio e nero, che sono detti *grezzoni*, e che spettano al trias medio. Il trias inferiore nelle Alpi Apuane sembra mancare, od è forse appena rappresentato da alcuni banchi di quarzite e anagenite grossolana; per modo che i *grezzoni* soprastanno direttamente, e in concordanza, al terreno più profondo delle formazioni apuane, rappresentato da micascisti a sericite, scisti gneissici, scisti carboniosi, calcescisti, scisti anagenitici, ecc., l'insieme delle quali rocce cristalline, ritenuto prima azoico o siluriano, è oggi riportato dallo ZACCAGNA al permiano.

Dai laboriosi e pregevolissimi studi geologici di questo autore risulterebbe però che gli scisti ottrelitici, diffusi in specie nella parte meridionale ed occidentale della regione apuana, si rinvengono poco sviluppati alla base della zona marmorea, fra i marmi e i grezzoni, e assai più al disopra di essa, dalla quale sono separati per mezzo di una formazione di

---

[1]) *Note sur l'ottrélite.* Ann. Soc. Géol. de Belgique, T. VI, 51, 1879.

[2]) *La carta geologica delle Alpi Apuane ed i terreni che le costituiscono.* Boll. Soc. Geol. It. vol. XV, pag. 214. Roma 1896.

calcari grigi a lastre, di calcari con noduli di selce, di cipollini sericitici biancastri, o sericitico-cloritici verdicci. Essi scisti ottrelitici ci rappresenterebbero quindi, secondo lo ZACCAGNA, la zona più recente del trias superiore, corrispondente alla parte più elevata del *Keuper*, sopra cui si adagiano, i diversi calcari del retico e quelli, pure assai vari, del lias.

*
* *

I caratteri morfologici ed ottici dell'ottrelite apuana da me notati sono in massima parte quelli stessi già ampiamente descritti da A. D'ACHIARDI.

Le laminette di ottrelite stanno disposte in modo irregolare ed in tutti i versi nelle rocce, ed appariscono dischiformi se parallele alla base, listiformi se normali od inclinate su di essa. Presentano debolissima trasparenza, ed hanno un colore verde cupo, con lucentezza micacea un poco grassa. Le dimensioni loro variano da roccia a roccia, poichè le lamine, per un'altezza che oscilla da 0,1 - 0,2 fino a 0,5 millimetri, raggiungono rispettivamente in larghezza ora appena 0,5 millimetri, ora invece sorpassano i 2 o 4 millimetri. I cristalletti minuti sono intimamente impastati nelle masse rocciose, così che riesce, se non impossibile, difficilissimo almeno il poterli isolare; quelli maggiori sono molto più nitidi, e, usando notevole attenzione, si possono nettamente separare dagli altri componenti le rocce.

Le sezioni parallele alla base hanno contorni più o meno irregolari, ma talvolta presentano forma esagona, con angoli di 120° circa (Tav. III [I] fig. 1), e spesso con una coppia di lati paralleli più sviluppata delle altre due. In esse si notano linee di frattura e, comunemente, due tracce di sfaldatura prismatica (110) e $(\bar{1}10)$, pure ad angolo di 120°, accompagnate, ben di rado però, da un'altra sfaldatura secondo (010) che biseca l'angolo ottuso fatto dalle tracce di (110) e $(\bar{1}10)$. Queste lamine basali sono spesso embriciate o accumulate a pila, e manifestano qualche volta al microscopio struttura zonale (Tav. III [I] fig. 2), poichè al centro, ove l'addossamento delle laminette a pila è maggiore, hanno colorazione assai più intensa che nelle zone periferiche, le quali ultime, in qualche caso, sono soltanto le porzioni trasparenti del minerale. Le sezioni parallele alla base non mostrano nessuna traccia di geminazione, ed estinguono, sembra, seguendo le diagonali del parallelogrammo formato dalle due sfaldature prismatiche (110) e $(\bar{1}10)$; in generale però mostrano delle plaghe irregolari con estinzioni ondulate.

Nei preparati sottili delle rocce però le lamine di ottrelite risultano in massima parte inclinate sulla base, con apparenza listiforme. Esse, diritte o incurvate che sieno, si mostrano quasi sempre terminate irregolarmente alle due estremità; talvolta però appariscono troncate da un piano normale all'allungamento loro. Rare vi sono le tracce di separazione parallele a questo stesso piano e le rotture irregolari; e quasi costanti invece vi si notano delle tracce di sfaldatura basale, assai fitte, parallele all'allungamento delle liste.

I cristalli non sono isolati che eccezionalmente; d'ordinario si presentano invece raggruppati in tre, quattro e più individui, assumendo struttura fasciculata o covoniforme (Tav. III [I] fig. 2 e 5). Talora sono due soltanto le liste compenetrate fra di loro, i cui angoli variano; in dieci casi però ho potuto determinare un valore costante, di $c:\underline{c} = 40°\text{-}41°$ (Tav. III [I] fig. 3), onde sembra si tratti di una vera geminazione.

A nicols incrociati le sezioni listiformi si mostrano quasi tutte multiplamente geminate secondo (001), con apparenza del tutto simile a quella dei plagioclasi a geminazione albitica (Tav. III [I] fig. 4 e 6). Esse constano di cinque o sei, fino di dieci o dodici individui, piuttosto esili; come eccezione di due soli individui assai larghi; e danno anche la figura di orologio a polvere, così caratteristica per l'ottrelite. Siffatte geminazioni sono visibili ancora con un solo nicol, e si possono anzi confondere facilmente con le strie dovute alla sfaldatura basale. Le direzioni di estinzioni non coincidono con l'allungamento delle liste, ed avvengono ad angoli assai variabili (3°-29°); il valore di 29° però fu trovato una sola volta. In generale gli angoli sono piccoli e non superano 5°-10°.

Il pleocroismo è quello tipico del cloritoide, e in ciò dissentono le mie determinazioni da quelle precedenti di A. D'Achiardi. Questi ha dato il seguente schema, che concorda con quello riportato da Tschermak e Sipöcz:

$\mathfrak{a}$ = azzurro
$\mathfrak{b}$ = verde-oliva
$\mathfrak{c}$ = verde giallo

Dalle mie osservazioni risulta invece:

$\mathfrak{a}$ = verde-oliva
$\mathfrak{b}$ = azzurro
$\mathfrak{c}$ = giallo-verdastro chiaro

Le liste hanno sempre allungamento negativo, e sono pleocroiche dall'azzurro (𝔟) nel senso della lunghezza, al giallo-verdastro (𝔠) nel senso normale; nelle sezioni basali invece il pleocroismo varia dal verde oliva (𝔞) all'azzurro (𝔟).

Altri caratteri da me notati nell'ottrelite apuana sono i seguenti: piano degli assi ottici quasi parallelo a (010) con angolo assiale molto grande. Nelle lamine basali o vicine alla base si scorge l' emergenza della bisettrice positiva, apparentemente normale o quasi. Il carattere della birifrazione, determinato in sezioni normali ad un asse ottico, è positivo. Rifrazione molto elevata con n_m di poco minore all' indice dell'joduro di metilene ($n = 1,74$) e potenza birefrattiva non tanto debole; ambedue però difficili a determinarsi.

Nell'ottrelite apuana non mancano le inclusioni, che sono sempre minutissime e distribuite irregolarmente; esse consistono di aghetti di rutilo, di granulini di magnetite o di ferro-titanato e di quarzo, di prismetti di tormalina e di epidoto; qualche rara volta le inclusioni sono fluide, e forse ancora di natura carboniosa. La quantità loro è assai variabile, poichè le lamine di ottrelite, ora ne sono discretamente provviste, ora invece quasi del tutto prive.

D'ordinario il nostro minerale è freschissimo, ma talvolta ha come un'esile orlatura limonitica di alterazione, ed in casi eccezionali, sempre offertici dalle laminette le più minute, i piccoli cristalli si mostrano intieramente torbidi per un tenue pigmento di alterazione giallo-rossastro, probabilmente di natura ferrifera, che li imbratta in modo tale da renderne assai meno distinto il caratteristico pleocroismo.

Durezza uguale circa a 6. Peso specifico variabile da 3,44 (ottrelite di Stazzema), a 3,51 (ottrelite di Camporaghena), a 3,56 (ottrelite del Corchia).

Al cannello ferruminatorio il minerale o non fonde affatto, oppure, dopo prolungato trattamento, subisce appena un inizio di fusione soltanto sui bordi delle laminette. Col borace e col sal di fosforo dà la reazione del ferro. Nel tubo chiuso la polvere dell'ottrelite sviluppa acqua e diventa rosso-bruniccia per la sopraossidazione del suo ferro. Trattata con acido cloridrico concentrato a caldo è appena attaccata; risulta decomposta completamente invece dall'acido solforico concentrato, e più velocemente se questo è mescolato con una piccola porzione di acqua. Di tale proprietà dell'ottrelite di lasciarsi completamente attaccare dall'acido solforico mi sono servito agevolmente pel dosamento dell'ossido ferroso e per la sua conseguente separazione dall'ossido ferrico.

Per le analisi chimiche del nostro minerale apuano scelsi opportunamente il materiale, togliendolo da quelle varietà di rocce, più ricche in ottrelite, e nelle quali essa forma le lamine maggiori ed insieme si presenta inalterata e quasi priva di inclusioni. Le rocce contenenti siffatte lamine di ottrelite furono ridotte in una polvere non troppo fine, da cui, con non poca pazienza, vennero tolte, mediante l'aiuto di una buona lente d'ingrandimento, le minute laminette del minerale, dopo ripetuti lavaggi in acqua, oppure in acido cloridrico diluitissimo per quelle varietà di ottrelite che nella roccia erano unite a calcare. In tal modo ottenni, in discreta quantità, del materiale scevro totalmente di impurità, o, per lo meno, contenente queste in quantità addirittura trascurabile; materiale questo la cui purezza controllai al microscopio. Della bontà di esso, del resto, fanno fede anche i risultati analitici ottenuti e qui sotto riportati.

La prima analisi fu fatta sull'ottrelite del *mischio* di Stazzema, e diede:

			Rapporti molecolari	
H_2O	7, 16	—	0, 3974	1
SiO_2	24, 37	—	0, 4035	1, 02
Al_2O_3	37, 03	0, 3623	0, 3958	1
Fe_2O_3	5, 36	0, 0335		
FeO	21, 91	0, 3047	0, 4219	1, 07
MnO	0, 52	0, 0073		
CaO	0, 16	0, 0029		
MgO	4, 32	0, 1070		
TiO_2	tracce			
	100, 83			

Una seconda analisi riguarda l'ottrelite di una roccia dei dintorni di Camporaghena, presso Fivizzano, la quale, secondo la nomenclatura usata da A. D'ACHIARDI, sarebbe un *ottrelitefiro*, del tutto simile a quello del Monte Corchia, descritto dettagliatamente dal predetto autore. I risultati avuti sono:

			Rapporti molecolari	
H_2O	7, 03	—	0, 3902	1, 01
SiO_2	26, 07	—	0, 4316	1, 12
Al_2O_3	37, 01	0, 3621	0, 3869	1
Fe_2O_3	3, 97	0, 0248		
FeO	24, 76	0, 3444	0, 3936	1, 02
MnO	tr. abb.			
CaO	0, 12	0, 0021		
MgO	1, 90	0, 0471		
TiO_2	tracce			
	100, 86			

La terza analisi infine, eseguita sull'ottrelite del così detto *ottrelitefiro* del Corchia, ha dato le seguenti percentuali:

			Rapporti molecolari	
H_2O	7, 28	—	0, 4041	1, 02
SiO_2	25, 36	—	0, 4199	1, 06
Al_2O_3	38, 99	0, 3815	0, 3974	1
Fe_2O_3	2, 54	0, 0159		
FeO	23, 06	0, 3207	0, 4033	1, 01
MnO	tr. abb.			
CaO	0, 24	0, 0043		
MgO	3, 16	0, 0783		
TiO_2	tracce			
	100, 63			

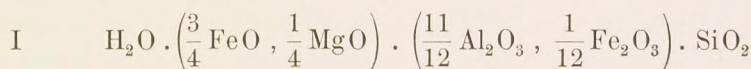
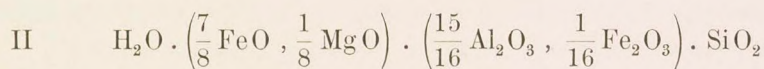
Tutte e tre le analisi conducono quindi, in modo evidente, alla formula tipica del cloritoide $H_2 \overset{II}{R} \overset{III}{R_2} SiO_7$, e sono ben lontane dalle composizioni richieste dalle formule adottate per l'ottrelite $H_2 \overset{II}{R} \overset{III}{R_2} Si_2 O_9$ e $H_2 \overset{II}{R} \overset{III}{R_2} Si_3 O_{11}$. Da notarsi anche per questo minerale apuano che $\overset{III}{R}$ non è totalmente Al, ma in piccola parte anche Fe, e che $\overset{II}{R}$ è principalmente Fe, in secondo luogo Mg, in via accessoria soltanto Ca e Mn, sebbene questo ultimo elemento si trovi, di sovente, in notevole quantità in certe varietà di ottrelite (salmite). Quanto ai rapporti esistenti nelle molecole delle tre ottreliti analizzate tra Al_2O_3 e Fe_2O_3 da un lato, tra FeO e MgO dall'altro (trascurando del tutto CaO e MnO, date le loro minime percentuali), si ricava dalle analisi:

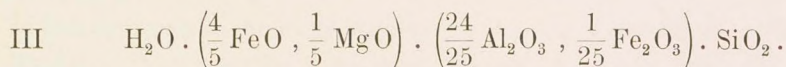
	Al_2O_3 : Fe_2O_3	FeO : MgO
I Ottrelite di Stazzema . .	10, 81 : 1	2, 85 : 1
II " di Camporaghena	14, 60 : 1	7, 31 : 1
III " di Corchia . . .	23, 99 : 1	4, 10 : 1

In altri termini, arrotondando i rapporti ottenuti, l'ottrelite di Stazzema ha per formula:

$$\text{I} \qquad H_2O \, . \left(\frac{3}{4} FeO \, , \frac{1}{4} MgO\right) . \left(\frac{11}{12} Al_2O_3 \, , \frac{1}{12} Fe_2O_3\right) . \, SiO_2$$

quella di Camporaghena:

$$\text{II} \qquad H_2O \, . \left(\frac{7}{8} FeO \, , \frac{1}{8} MgO\right) . \left(\frac{15}{16} Al_2O_3 \, , \frac{1}{16} Fe_2O_3\right) . \, SiO_2$$

quella del Monte Corchia:

$$\text{III} \qquad H_2O \, . \left(\frac{4}{5} FeO \, , \frac{1}{5} MgO\right) . \left(\frac{24}{25} Al_2O_3 \, , \frac{1}{25} Fe_2O_3\right) . \, SiO_2 \, .$$

Alle quali formule corrispondono rispettivamente le percentuali teoriche (I, II, III) qui sotto trascritte, che sono in assai buona concordanza con i resultati avuti nelle tre analisi:

	I	II	III
H_2O	7, 22	7, 14	7, 25
SiO_2	24, 21	23, 95	24, 30
Al_2O_3	37, 56	38, 00	39, 48
Fe_2O_3	5, 34	3, 96	2, 57
FeO	21, 62	24, 95	23, 15
MgO	4, 05	2, 00	3, 25
	100, 00	100, 00	100, 00

Stabilita pertanto l'identità chimica fra l'ottrelite apuana e il cloritoide sarebbe ora, mi sembra, assai interessante intraprendere lo studio analitico di ottreliti di altre località, come anche della masonite, della sismondina, ecc., i quali minerali tutti, pur possedendo gli stessi caratteri

morfologici ed ottici del cloritoide [1]), si discostano da quest'ultima specie per avere dato, nelle analisi loro fino ad ora conosciute, risultati centesimali ben diversi da quelli che si addicono alla formula teorica del cloritoide. Questo studio mi riserbo d'iniziare tra breve.

* * *

Le rocce ottrelitiche o meglio cloritoidiche delle Alpi Apuane (prov. di Lucca e Massa Carrara) che ho potuto studiare sono assai numerose. Esse in parte appartengono alle due collezioni MENEGHINI e ZACCAGNA di proprietà del Museo Geologico dell'Università di Pisa, ed in parte furono raccolte da me stesso. Do qui appresso, a danno certo della brevità, ma non della chiarezza, le descrizioni di tutte le rocce esaminate.

Scisto sericitico del Monte Vestito (tra Arni e la valle del Frigido). — Roccia scistosa, lucente, a tessitura minuta, di colore bianco verdastro, con macchiette ocracee rosse e giallastre. Consta principalissimamente di fitte laminuzze di mica sericitica, incolora, disposte parallelamente alla scistosità. Di quarzo si notano soltanto pochi granuli. Abbondantissimi invece sono i cristallini di rutilo, terminati alle due estremità da faccettine di piramide, oppure irregolarmente; essi sono molto minuti (lunghi $^1/_{10}$-$^1/_{100}$ di millimetro e larghi $^1/_{100}$-$^1/_{1000}$ di millimetro), semplici o geminati tanto secondo (101) con $c:\underline{c} = 114^\circ$ circa, quanto secondo (301) con $c:\underline{c} = 55^\circ$ circa. Assai più scarsi sono i granuli di magnetite, in parte arrossati per ossidazione. Presenti anche plagherelle di ematite e limonite. Accessoria è la tormalina, i cui prismetti, terminati alle due estremità da faccette romboedriche, oppure da una parte da un romboedro e dall'altra in modo irregolare o dalla base, danno: ε = roseo pallidissimo fino incoloro, ω = azzurro.

In questo primo scisto il cloritoide è oltremodo abbondante, tanto che costituisce circa i $^2/_3$ della roccia; le sue lamine hanno però dimensioni puttosto piccole. Esso è inalterato, ma contiene minutissime inclusioni di rutilo e specialmente di magnetite.

Scisto sericitico del Poggio al Ficaro (Massa). — Scisto biancoverdastro a struttura finissima. Suoi componenti sono: la sericite, oltre-

---

[1]) Vedansi Memorie di *Tschermak* e *Lacroix* già citate.

modo abbondante, in forma quasi di un minutissimo detrito, il rutilo molto diffuso, il quarzo scarsissimo. Accessori: magnetite più o meno ossidata, tormalina azzurrognola, calcite.

Il cloritoide, di cui questa roccia non è fra le più ricche, ha un aspetto torbo, e, per alterazione ferrifera, ha assunto una debole tinta rossigno-giallastra. Esso è in minute laminette, riunite a fasci raggiati o covoniformi, che contengono nel loro interno scarse inclusioni di cristallini di rutilo e di granuletti di magnetite.

Scisto sericitico del Colle presso Capriglia (sopra Pietrasanta). — Questa roccia bianco-verdastra, eminentemente scistosa e lucente, ha quasi più l'aspetto di un micascisto che di una fillade, poichè lascia scorgere numerose lamine argentee, non piccole, di muscovite.

L'elemento micaceo, che è il suo principale costituente (Tav. III [I] fig. 5), ha ora i caratteri della sericite in squamuzze fittamente intrecciate, ora quelli di una tipica muscovite in lamine maggiori, decisamente biassiche e a grande angolo assiale. Il quarzo, in minuti granuli intimamente mescolati con le miche, è molto meno diffuso di esse; però nella roccia si notano anche rare concentrazioni a struttura saccaroide di solo quarzo, formate da granuli con estinzioni ondulate e con piccolissime inclusioni fluide. Presente anche, in ben piccola quantità però, un minerale cloritico che ha i caratteri del clinocloro. Esso infatti si mostra in laminette listiformi, normali alla base o inclinate su questa, riunite a ventaglio, con evidentissime tracce di sfaldatura (001). Le liste risultano pleocroiche dal verde erba per i raggi vibranti parallelamente alla sfaldatura, al giallo chiarissimo, quasi incoloro, per quelli vibranti normalmente ad essa. A nicols incrociati si nota in alcune di tali lamine una plurigeminazione secondo (001), in altre delle estinzioni ondulose, ed in tutte birifrazione assai più elevata di quella delle comuni cloriti, con colori d'interferenza bigio-biancastri, ed allungamento delle liste negativo. Questo minerale cloritico si distingue dal cloritoide pel suo minore rilievo, per la birifrazione un poco più bassa e, più ancora, pel diverso pleocroismo.

Oltre al clinocloro è presente nella roccia un'altra clorite, che sembra di tipo penninico, con pleocroismo debole, con birifrangenza bassissima e con carattere positivo dell'allungamento delle liste.

Il rutilo è assai diffuso in cristallini semplici o geminati, spesso riuniti in gran numero a formare piccole aree torbe. La tormalina

azzurrognola in prismi diritti o contorti, la magnetite e la titanite in granuli, la limonite, sono tutti minerali accessori.

Il cloritoide, piuttosto abbondante, è inalterato, ma include rutilo, magnetite e tormalina.

Scisto sericitico delle Cave del Giardino (Seravezza). — Tale scisto, di colore bigio-verdastro, a tessitura molto minuta, ha esso pure per componente principalissimo la sericite. Il quarzo è ridotto a minerale quasi accessorio. Nella roccia si notano anche laminette di clorite, che talvolta hanno caratteri di clinocloro, ma più spesso di pennina. Rutilo assai abbondante. Tormalina azzurrognola, magnetite, leucoxeno, sono minerali accessori.

Le lamine del cloritoide, un poco alterate, come se avessero subìto una limonitizzazione, hanno dimensioni molto piccole, ed includono, ben scarsamente però, rutilo e magnetite.

Scisto sericitico della Val Fondone (Massa). — Macroscopicamente è identico alla roccia delle Cave del Giardino, ma qui si notano anche qua e là delle plaghe lucentissime quarzoso-muscovitiche.

Minerali componenti: mica bianca (sericite e in piccola quantità muscovite) abbondantissima, rutilo, quarzo, magnetite e solita tormalina, ambedue accessorie.

Nell'impasto minutissimo della roccia spiccano per le loro maggiori dimensioni le laminette del cloritoide, assai abbondanti, con scarse inclusioni di rutilo e di magnetite (o ferro-titanato?), e, insieme al cloritoide, pochi prismi e sezioni esagone di un minerale che ha tutti i caratteri di un epidoto, quasi acroico, ma assai birifrangente.

Scisto sericitico del Canale di Murlo presso Strettoia (Pietrasanta). — Questa roccia consta di due porzioni distinte, l'una bigio-nerastra, l'altra biancastra, ambedue scistosissime, con apparenza rasata, e a tessitura molto minuta. La prima è ricchissima di granuli di magnetite e manca del tutto di cristalli di cloritoide; la seconda contiene la magnetite in minore quantità, ed è ricchissima di liste e di sezioni basali di cloritoide, inalterato, e contenente minutissime, scarse, inclusioni di magnetite, rutilo e quarzo. In entrambi le porzioni di roccia il principale componente è la sericite, inalterata o un poco cloritizzata, onde sembra leggermente ferro-magnesiaca; ad essa si uniscono: quarzo

scarsissimo, rutilo, tormalina e, accessorio, un epidoto quasi acroico a media birifrazione.

Scisto sericitico-epidotico-magnetitico del Ponte Petarocchia (presso Ponte Stazzemese). — Roccia eminentemente scistosa, con struttura quasi fogliacea, provvista di viva lucentezza e di colorazione grigio-piombo, nella quale, ad occhio nudo, si vedono disseminate piccole lamine di cloritoide e, in quantità notevolmente maggiore, esili aghetti, grigiastri, lunghi 1 o 2 millimetri, di un minerale che ha quasi l'apparenza del dipiro, ma che è invece una varietà di epidoto, poco ferrifero.

Al microscopio la roccia risulta formata essenzialmente da mica sericitica, accompagnata da calcite, da clorite (pennina), da moltissimi granulini di magnetite, da rutilo in aghetti, da pochissimo quarzo, da rari prismetti di tormalina azzurrognola. Tutti questi minerali, insieme associati, formano un minutissimo impasto, entro il quale giacciono le lamine basali e listiformi del cloritoide, includenti soltanto granuletti di magnetite o ferro-titanato, e i cristalli prismatici del minerale epidotico sopracitato, che è quasi incoloro, ha birifrazione assai variabile, e si mostra pieno di inclusioni di magnetite e, insieme, presenta aree interne torbe e brunastre.

Di questo minerale epidotico sarà detto più diffusamente fra breve, trattando di rocce ottrelitiche, nelle quali, benchè più scarso, pel suo miglior modo di presentarsi se ne possono più agevolmente studiare i caratteri.

Scisto sericitico-epidotico-magnetitico delle Cave del Giardino (Seravezza). — Massa scistosa, minutamente cristallina, di colore grigio-nerastro, che contiene disseminati dei prismetti aciculari, lunghi 1 o 2 millimetri circa, di un minerale epidotico, grigiastro, e piccole laminette di cloritoide.

Principale componente di tale roccia è la mica sericitica, cui seguono, in ordine di decrescente diffusione, la magnetite in granuli, il rutilo e la tormalina in prismetti, il quarzo quasi accessorio. Nella massa minuta risultante dall' insieme di questi minerali i cristalli di cloritoide e di epidoto giacciono disposti irregolarmente in tutti i sensi.

Il cloritoide è nelle solite piccole laminette, non molto abbondanti, che contengono inclusioni di rutilo e di magnetite, e che hanno spesso una porzione centrale opaca, dovuta ad un pigmento brunastro, d'incerta natura, forse carbonioso.

Quanto al minerale che ho riferito ad una varietà di epidoto, e sulla cui determinazione ho voluto fermarmi a lungo pel fatto che esso non era stato fino ad oggi citato per le rocce ottrelitiche apuane, i caratteri notati sono i seguenti. Esso mostrasi, oltre che in colonnette molto allungate, quasi in aghi, anche in sezioni esagone o rombiche. Gli individui colonnari, paralleli a b, con zona d'allungamento alle volte positiva, ma più spesso negativa, sono irregolarmente terminati alle due estremità, mostrano rare tracce di separazione (001) o (100) e, rarissime, (010), rispettivamente parallele e normali all'allungamento, ed estinguono a 0^{0}. Le sezioni esagonali, presso a poco parallele a (010), constano (così almeno sembra dagli angoli che presentano) delle facce delle forme }001{, }100{, }$\bar{1}$01{; se manca (cosa assai comune) }100{ assumono forma rombica. Esse sono solcate da due sistemi di strie interrotte di sfaldatura (001) e (100), che si tagliano ad angolo di 115° circa, ed hanno estinzioni variabili; il massimo valore trovato è uguale a 28° circa (a : c). La rifrazione di questo epidoto e, conseguentemente, il suo rilievo risultano elevati. Distaccati alcuni cristallini potei constatare che i loro indici sono nettamente maggiori di quello della monobromonaftalina ($n = 1.661$) e di poco minori a quello dell'joduro di metilene ($n = 1.74$ circa). Questa varietà di epidoto è incolora, o tutto al più debolmente gialliccia nelle porzioni interne dei cristalli con pleocroismo appena visibile (α = incoloro, $\mathfrak{c}$ = giallo chiarissimo). La birifrazione d'ordinario è assai energica, ma varia molto da cristallo a cristallo, e qualche volta anche in uno stesso individuo, ove si può avere una zona centrale di epidoto a vivissimi colori d'interferenza, che passa agli orli ed una varietà pochissimo birifrangente.

I cristalli di epidoto, al pari quelli di cloritoide, sono in qualche caso piegati, contorti e anche rotti parallelamente ai piani di separazione (010), contengono nel loro interno gran copia di granuletti di magnetite ed aciculi di rutilo, ed hanno alle volte un'area centrale, torba, brunastra, dovuta ad un pigmento d'incerta natura.

Scisto cloritico-sericitico del Ponte Petarocchia (Ponte Stazzemese). — Scisto filladico tabulare, lustrato, di colore verdastro. Suoi componenti sono: la mica bianca in laminuzze piuttosto scarse; la clorite verde pallida e di tipo penninico, molto abbondante, proveniente dalla mica, che sembra quindi un poco ferro-magnesiaca; il rutilo; la tormalina e la magnetite accessorie. Il quarzo manca completamente, almeno nelle sezioni esaminate.

Nella massa minutissima, formata dai minerali ora descritti sono sparsi sporadicamente: il cloritoide inalterato, quasi sempre in belle sezioni basali, con inclusioni scarsissime di rutilo, tormalina e magnetite; rari cubetti di pirite limonitizzata, avvolti da un aggregato di squame di clorite; e, accessoriamente, cristalli prismatici, molto allungati, di un epidoto quasi acroico, a birifrazione variabile, che contengono pochissime inclusioni di tormalina e rutilo, ed hanno spesso una notevole area centrale opaca, bruno-nera, forse dovuta ad un accumulamento di pigmenti carboniosi.

Scisto sericitico-quarzoso di Camporaghena (presso Fivizzano). — In questo tipo roccioso, che corrisponde al così detto *ottrelitefiro* di A. D'Achiardi, la scistosità è poco evidente. Esso contiene abbondantissime le lamine del cloritoide, che formano circa la metà della roccia, e che raggiungono dimensioni notevolmente maggiori di quelle che si trovano negli altri scisti già descritti. In tali lamine le inclusioni di magnetite, rutilo, tormalina, quarzo, sono ben scarse.

Questi grossi cristalli di cloritoide, che impartiscono alla roccia una struttura pseudoporfirica, o secondo la nomenclatura del Grubenmann [1]) porfiroblastica, sono racchiusi entro una massa minutamente granulare di colore bianco, o roseo-biancastro, quasi carnicino, di natura prevalentemente quarzoso-sericitica. In essa massa il quarzo, in granuli a struttura saccaroide, e la sericite, in fitte e minute squamette, entrano circa nelle stesse proporzioni, con lieve prevalenza, caso mai, del quarzo sulla sericite. Di questo minuto aggregato cristallino, da quanto ho potuto osservare, non mi sembra faccia parte, quale componente, il feldispato. Altri minerali che compongono subordinatamente la massa microcristallina sono: il rutilo in bei cristallini semplici o geminati secondo (101) e (301); la magnetite in granulini o plagherelle maggiori, ora inalterate, ora arrossate ai bordi per ossidazione; la tormalina azzurrognola in prismetti talvolta contorti ed anche rotti parallelamente alla base; l'apatite in cristallini prismatico-bipiramidati; l'ematite in esili laminette; la titanite e il leucoxeno in granuli. Tormalina, apatite, ematite, titanite e leucoxeno sono però elementi del tutto accessori.

Scisti sericitico-quarzosi del Monte Corchia (Stazzema). — La roccia più diffusa al Monte Corchia fu già descritta dettagliatamente da A. D'Achiardi sotto il nome di *ottrelitefiro*, e non differisce in nulla dalla precedente.

---

[1]) *Die Kristallinen Schiefer*. I Allgem. Teil, pag. 71, Berlin 1904.

Talvolta però la roccia a cloritoide del Corchia presenta struttura molto più minuta, con lamine di cloritoide alquanto più piccole ed offre anche una scistosità assai evidente. Per tali caratteri e per avere la sericite in quantità molto maggiore del quarzo, siffatta varietà non diversifica dagli scisti sericitici, con aspetto decisamente filladico, descritti di sopra. Oltre i soliti minerali, come magnetite assai copiosa, rutilo, tormalina, ecc., in questa varietà minuta e prevalentemente sericitica del Corchia ho notato anche notevole presenza di calcite.

Il cloritoide, che nella roccia a grana grossa era quasi privo di inclusioni, qui si mostra assai più ricco di esse e segnatamente di magnetite, ed assume come un aspetto zonato poichè le sue lamine, quasi in totalità, hanno le porzioni centrali brunastre, forse dovute ad inquinazione di sostanze carboniose. Altre volte il cloritoide assume al microscopio un aspetto torbido e una colorazione giallastro-rossigna, come se avesse subìto un principio di idrossidazione limonitica.

Scisto quarzoso-micaceo-cloritico del Canale di Bedizzano (Carrara). — La roccia, di cui ha già dato una succinta descrizione A. D'ACHIARDI, consta di esili stratarelli micaceo-cloritici, provvisti di vivissima lucentezza e finamente pieghettati e contorti, alternati con stratarelli prevalentemente quarzosi, di maggiore spessore.

Al quarzo, di cui questo speciale tipo scistoso è ricchissimo, si deve in principal modo l'evidente struttura pavimentosa, a mosaico piuttosto minuto, che la roccia presenta al microscopio (Tav. III [I] fig. 6).

La mica ha aspetto ora di sericite, in minutissime scagliuzze, ma più spesso di muscovite in lamine di discrete dimensioni. La clorite, sia con i caratteri di clinocloro, sia di pennina, accompagna il minerale micaceo, di cui però è un poco meno sviluppata. Gli altri componenti la roccia sono: il rutilo, la magnetite, la tormalina azzurra in non piccoli cristalli con ε = marrone e ω = azzurro-nero, e accessori: l'apatite, l'ematite, un epidoto quasi incoloro, la titanite, il leucoxeno.

Nella massa quarzoso-micaceo-cloritica sono distribuite in tutti i sensi scarse laminette di cloritoide, che contengono poche inclusioni fluide, di magnetite, rutilo, epidoto e, più copiose, di quarzo.

Scisto quarzoso micaceo-cloritico del Canale Grande di Carrara. — Tale roccia è del tutto identica a quella ora descritta del Canale di Bedizzano.

Scisto quarzoso-micaceo del Canale di Piastra (Carrara). — Roccia eminentemente scistosa, nella quale stratarelli di mica bianco-argentea, lucentissima, pieghettati e contorti, si alternano con stratarelli quarzosi. Quarzo e mica sono circa nelle stesse proporzioni.

Struttura microscopica pavimentosa. La mica bianca, che è insieme sericite e muscovite, forma laminette più o meno minute, che si piegano per abbracciare i granuli di quarzo. Questo ultimo minerale, con apparenza saccaroide piuttosto minuta, presenta estinzioni ondulate, ed è provvisto di piccolissime inclusioni fluide. Nella roccia è assai abbondante il rutilo, accompagnato da leucoxeno; la magnetite al contrario si presenta in granuli scarsi, arrossati per ossidazione. La tormalina, benchè non molto diffusa, offre qui cristalli prismatici con faccette romboedriche e sezioni basali esagone di discrete dimensioni. Gli individui di tormalina, pure avendo lo stesso colore e lo stesso pleocroismo (ε = roseo pallido o incoloro, ω = azzurro intenso o chiaro), offrono sovente struttura zonata, avendo colore e pleocroismo assai più intensi al centro che nelle parti periferiche loro. Sono minerali accessori: l'apatite, lo zircone la limonite, la titanite granulare.

I cristalli di cloritoide, non abbondantissimi, appariscono inalterati, o, solo eccezionalmente, presentano nelle loro porzioni esterne una velatura gialla, dovuta a limonitizzazione. Contengono inclusioni scarsissime di magnetite, di tormalina, di rutilo, in maggiore quantità di quarzo, che è poi in elementi non piccoli, presso a poco come nella ottrelite di Ottréz.

Breccia marmorea di Stazzema, ecc. — Gli esemplari esaminati constano di frammenti di varie dimensioni di marmo statuario e bianco-giallognolo, saccaroide e ceroide, che sono tenuti insieme da uno scisto micaceo-quarzoso-cloritoidico a tessitura molto minuta.

Questo scisto, oltre che dal cloritoide, il quale si presenta in cristalli assai fitti e grossi, con inclusi pochi granuletti di magnetite ed eccezionalmente cristallini di rutilo e tormalina, è costituito da sericite, muscovite, quarzo, calcite, rutilo, magnetite, tormalina, e da un epidoto, quasi acroico, in aghi o in losanghe allungate, con zone centrali brunastre.

I frammenti di marmo, che al microscopio presentano sempre struttura saccaroide più o meno minuta, al contatto con lo scisto, si arricchiscono dei minerali propri di esso, e segnatamente di piccole liste rettangolari di muscovite e di granuli rotondeggianti di quarzo. Viceversa lo scisto, al contatto con i pezzi di marmo, si arricchisce in modo notevole di calcite.

Un'altra breccia marmorea con cloritoide fa pure parte della vecchia collezione Meneghini, appartenente al Museo Geologico di Pisa. Essa porta scritto soltanto “ Carrara „, senza nessun altro segno che possa indicare la località precisa d'onde proviene.

I frammenti calcarei sono di marmo giallo ceroide a grana variabile, ma sempre minutissima; e questo marmo, il cui colore giallognolo è dovuto ad inquinazione di un tenuissimo pigmento limonitico, racchiude granuli goccioliformi di quarzo e belle liste di muscovite.

Lo scisto biancastro a cloritoide, che cementa i pezzi di marmo, ha tessitura minutissima, e consta principalmente di sericite e in secondo luogo di quarzo, rutilo, tormalina, magnetite, ecc. La massa minuta fatta da questi minerali contiene disseminati rari cristalli di cloritoide e di un epidoto poco birifrangente e brunastro per inclusioni (di natura carboniosa?), che si accumulano nelle parti centrali degli individui, rendendole opache, mentre ne lasciano liberi i bordi.

La breccia o *mischio* del Corchia infine è stata già descritta con molto dettaglio da A. D'Achiardi, ed i suoi caratteri corrispondono bene a quelli delle due rocce brecciformi ora ricordate.

*
* *

Risulta dalle precedenti descrizioni che le così dette rocce ottrelitiche delle Alpi Apuane, nonostante la loro apparenza diversa macroscopica in alcuni casi, possono riferirsi ad un unico tipo, al tipo fillitico *(Chloritoidphillit* del Rosenbusch [1]). Esso tipo ha sempre, seguendo la nomenclatura adottata dal Grubenmann [2]) per gli scisti cristallini, struttura eteroblastica con porfiroblasti (pseudointerclusi) di cloritoide e qualche volta anche di epidoto, non di anteriore formazione, ma geneticamente contemporanei, se non posteriori, ai minerali che costituiscono il tessuto fondamentale delle rocce stesse. Queste filladi ad ottrelite sono collocate dal Grubenmann [3]) nella famiglia delle *Tonerdereichen sericit-phyllite* appartenente al terzo ordine *(Oberste Zone)* del suo secondo gruppo *(Tonerdesilikatgneisse)*, il quale comprende soltanto parascisti.

I minerali che compongono le rocce a cloritoide della regione apuana sono sempre gli stessi: il cloritoide, la sericite e la muscovite, il quarzo,

---

[1]) *Elemente der Gesteinslehre.* pag. 454, Stuttgart 1901.
[2]) *Op. cit.*
[3]) *Die kristallinen Schiefer.* II, Spec. Teil, pag. 57, Berlin 1907.

il rutilo, la tormalina, la magnetite, ai quali si aggiungono, a seconda dei casi, clorite, epidoto, calcite, ematite, limonite, apatite, zircone, titanite.

Però le proporzioni dei componenti, lungi dal mantenersi costanti, variano all'opposto notevolmente nelle diverse varietà delle rocce a cloritoide. Fermandomi solo sui cambiamenti più importanti dirò che diversa è in esse la quantità del cloritoide, diversissime sono quelle della sericite e del quarzo; talchè, attraverso una serie di termini intermedi, si hanno tipi molto ricchi e poveri di minerale micaceo, e, di conseguenza, tipi poverissimi e ricchi di quarzo.

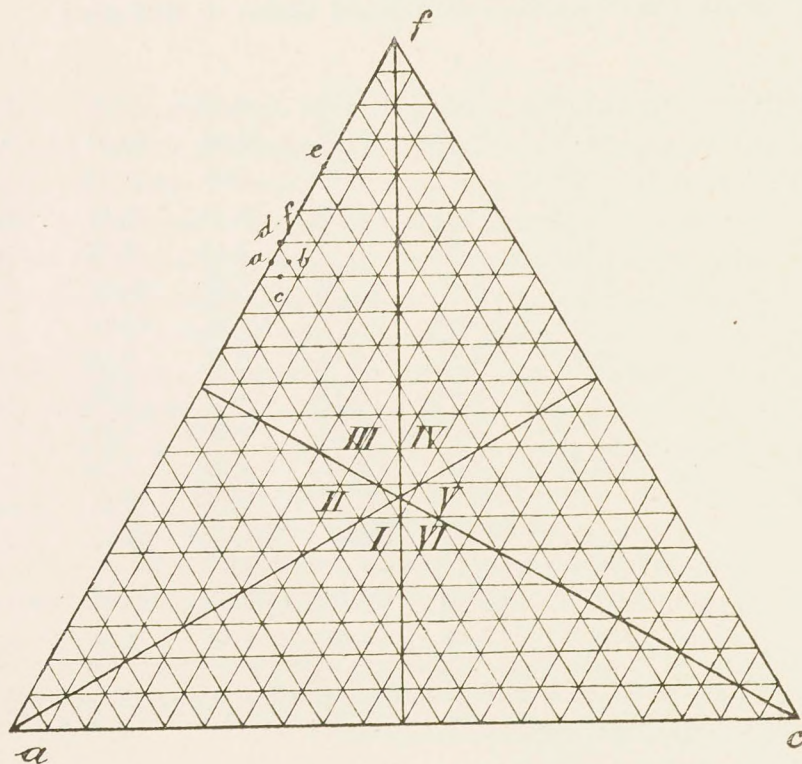
Ne consegue che la composizione chimica di siffatti scisti a cloritoide cambia, e notevolmente, dall'una all'altra varietà di rocce, come lo dimostrano le sei analisi qui sotto riportate che si riferiscono alle seguenti rocce:

a) Scisto sericitico del Colle presso Capriglia.
b) Scisto sericitico della Val Fondone.
c) Scisto sericitico-epidotico-magnetitico delle Cave del Giardino.
d) Scisto cloritico-sericitico del Ponte Petarocchia.
e) Scisto sericitico-quarzoso (ottrelitefiro) del Monte Corchia.
f) Scisto quarzoso-micaceo-cloritico del Canale di Bedizzano.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
Perdita per arrov.°	4,79	5,17	3,58	6,02	2,49	1,49
SiO_2	37,80	38,85	37,65	38,03	58,31	78,88
TiO_2	1,51	1,88	2,19	2,39	2,14	1,20
Al_2O_3	33,02	35,71	30,21	33,19	21,07	10,75
Fe_2O_3	2,17	1,63	10,17	2,13	2,97	1,05
FeO	10,37	7,78	6,26	7,81	10,98	2,74
MnO	tracce	tracce	tracce	tracce	tracce	—
CaO	tracce	0,37	0,74	0,11	0,09	0,10
MgO	2,01	2,59	0,71	4,01	0,83	1,67
K_2O	6,49	4,55	7,25	3,59	1,02	1,85
Na_2O	2,51	2,39	2,14	3,52	1,90	1,26
Ph_2O_5	—	tracce	—	0,05	0,07	tracce
Bo_2O_3	tracce	—	tracce	tracce	tracce	tracce
	100,67	100,92	100,90	100,85	101,87	100,99
P. sp.	2,95	3,04	3,05	2,89	3,02	2,73

Calcolando dalle sei analisi le formule chimico-petrografiche secondo il metodo Osann - Grubenmann, si ottiene:

	S	A	C	F	M	T	K	*a*	*c*	*f*
a) Scisto sericitico del Colle presso Capriglia. . .	49,66	8,41	0,00	17,05	0,00	16,47	0,74	6,5	0,0	13,5
b) Scisto sericitico della Val Fondone	51,20	6,66	0,51	14,80	0,00	19,66	0,92	6,0	0,5	13,5
c) Scisto sericitico-epidotico-magnetitico delle Cave del Giardino . .	49,95	8,55	1,02	17,80	0,00	13,11	0,70	6,5	0,5	13,0
d) Scisto cloritico-sericitico del Ponte Petarocchia .	50,13	7,19	0,15	17,84	0,00	17,35	0,82	6,0	0,0	14,0
e) Scisto sericitico-quarzoso del M.e Corchia. . . .	68,34	2,86	0,11	14,49	0,00	11,23	2,14	3,5	0,0	16,5
f) Scisto quarzoso micaceo-cloritico del Canale di Bedizzano. . . .	84,65	2,56	0,11	5,94	0,00	4,07	3,93	6,0	0,0	14,0

Dai valori *a*, *c*, *f*, si ricava poi la seguente proiezione triangolare:

I caratteri chimici di queste rocce non corrispodono a quelli di nessun tipo eruttivo, ed hanno invece notevole analogia con quelli di sedimenti di natura argillosa, poveri e ricchi in quarzo. Dalle formule sopra riportate infatti si deduce la variabilità di *S*, il quale valore d'ordinario oscilla da 49,66 a 51,20, ma può anche raggiungere 84,65 passando attraverso un valore intermedio di 68,34. Di conseguenza *K*, che in via normale si aggira fra 0,70 e 0,92, dimostrandoci per tal modo che gli ossidi metallici presenti sono saturati completamente dalla silice e che di essi resta ancora un eccesso libero, giunge anche ad assumere valori di 2,14 e 3,93 in quelle varietà di scisti a cloritoide che hanno un notevole tenore di quarzo. La somma delle basi alcaline *(A)*, fra le quali prevale in genere K_2O su Na_2O, varia nei casi più comuni tra 6,66 e 8,55; ma naturalmente nelle rocce ricche in silice libera il suo tenore è più basso (2,56-2,86). La calce è sempre scarsissima e talvolta manca in modo completo ($C = 0.00 - 1,02$). Il gruppo *F* (Fe O + MgO) è di costante molto abbondantemente rappresentato (14,49-17,84); solo negli scisti poveri in cloritoide il suo valore è più basso (5,94); comunque nella costituzione del gruppo *F* entra sempre FeO in eccesso sopra MgO. *M*, dato il bassissimo valore del gruppo *C*, che anche può essere nullo, è sempre uguale a 0. Viceversa *T* raggiunge un valore assai grande, che nelle rocce ricche di sericite e povere di quarzo varia da 13,11 a 19,66, mentre è assai più basso nelle varietà di scisti cloritoidici poveri di mica e ricchi di quarzo.

Quanto al posto che tali rocce a cloritoide delle Alpi Apuane occupano nel triangolo di proiezione è a dirsi come esse, a similitudine di quanto avviene di tutti gli scisti cristallini derivati da sedimenti argillosi, si trovino sempre nel sestante III, ove i punti di proiezione loro cadono vicinissimi l'uno all'altro e in un caso anche coincidono, a dimostrarci sempre più che si tratta di rocce di un unico tipo, di una stessa origine, in una parola, di parascisti.

Siena, 17 Aprile 1910.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1. — *Sezione basale di ottrelite nello scisto cloritico-sericitico del Ponte Petarocchia.* Ingr. 26. Luce ordinaria.

» 2. — *Sezione basale a struttura zonata e liste a struttura raggiata di ottrelite nello scisto sericitico-quarzoso di Camporaghena.* Ingr. 26. Luce ordinaria.

» 3. — *Geminato di compenetrazione di ottrelite nello scisto quarzoso-micaceo del Canale di Piastra.* Ingr. 26. Luce ordinaria.

» 4. — *Geminati polisintetici secondo* (001) *di ottrelite nello scisto sericitico-quarzoso del Monte Corchia.* Ingr. 16. Nicols incrociati.

» 5. — *Scisto ottrelitico ricco in sericite e povero di quarzo del Colle presso Capriglia. Ottrelite con struttura fasciculata.* Ingr. 16. Nicols incrociati.

» 6. — *Scisto ottrelitico a clorite ricco in quarzo e povero di mica del Canale di Bedizzano. Struttura pavimentosa della roccia. Lamine di ottrelite plurigeminate secondo la base.* Ingr. 16. Nicols incrociati.

E. MANASSE, *Cloritoide (ottrelite) delle Alpi Apuane [Tav. I].*

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

AUT. FOT.

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO - MILANO